

Zeitschrift: Brugger Neujahrsblätter
Herausgeber: Kulturgesellschaft des Bezirks Brugg
Band: 102 (1992)

Artikel: Zur Problematik des Nitratgehaltes im Trinkwasser der Region Brugg
Autor: Wyssling, Lorenz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-901217>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Lorenz Wyssling

Zur Problematik des Nitratgehaltes im Trinkwasser der Region Brugg

Zielsetzung und Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird das Nitratproblem der Region Brugg aus hydrogeologischer Sicht angegangen; es werden die räumlichen Zusammenhänge gesucht zwischen dem in einer bestimmten Trinkwasserfassung vorhandenen Nitrat und dem Ort seines Ursprungs. Dies verlangt einen möglichst genauen Einblick in die unterirdischen Strömungsverhältnisse des Grund- und Quellwassers. In der beigelegten *Grundwasserkarte* findet der Leser eine dem neuesten Stand der Kenntnisse entsprechende Darstellung, aus welcher er – zum mindesten im Bereich der Grundwasserströme – die Fliessrichtungen generell herauslesen kann.

Eine aufschlussreiche Darstellung *eiszeitlicher Verlagerungen des Aarelaufes* ergab sich im Zusammenhang mit dem Aufzeichnen der Schotter-Grundwasserleiter aus verschiedenen Eiszeiten.

In der «*Karte der Einzugsgebiete*» wurden auch die seitlichen Zusickerungen zu den Grundwasserströmen mit einbezogen, so dass für jede der ausgewählten Trinkwasserfassungen schliesslich ein zugehöriges Einzugsgebiet abgegrenzt werden konnte, aus welchem die betreffende Fassung gespeist wird. Sowohl «gute» wie «schlechte» Einsickerungen in diesem Gebiet werden mit grosser Wahrscheinlichkeit früher oder später im Wasser der betreffenden Fassung enthalten sein. Der Schlüssel zur Wasserqualität liegt somit in der Gesamtheit dieses Einzugsgebietes, in seiner geologischen Beschaffenheit und in seiner Nutzung durch den Menschen. Bezüglich des Nitratgehaltes bestätigt sich auch hier der bereits bekannte Umstand, dass die moderne düngereintensive Landwirtschaft den Löwenanteil beiträgt.

Auf die allgemeinen, nicht auf die Region von Brugg beschränkten, aber auch mit dem Nitratproblem verbundenen bekannteren Zusam-

menhänge, Erkenntnisse und Massnahmen wird in der nachfolgenden Einleitung kurz eingegangen, hauptsächlich zur Orientierung von auf diesem Gebiet weniger bewanderten Lesern.

Allgemeines zur Problematik und Sanierung hoher Nitratgehalte

In jüngster Zeit wird in Presse und Fachzeitschriften immer wieder die Problematik des in vielen öffentlichen und privaten Trinkwasserfassungen in unerwünschte Höhe angestiegenen Nitratgehaltes behandelt. Es wird auf die gesundheitsgefährdende Wirkung zu hoher Nitratkonzentrationen (am meisten gefährdet sind Säuglinge) hingewiesen. Das im schweizerischen Lebensmittelbuch festgelegte «Qualitätsziel» liegt bei 25 mg Nitrat pro Liter, der Nitrat- «Toleranzwert» von maximal 40 mg/l soll nicht überschritten werden.

Leider wird das Qualitätsziel heute in vielen Grundwasservorkommen überschritten, und in einigen Fällen kann selbst der zweite Wert nicht mehr eingehalten werden. Zeitlich fällt die rapide Steigerung des Nitratgehaltes in die 60er, 70er und 80er Jahre. Im gleichen Zeitraum sind die Düngemethoden in der Landwirtschaft intensiv verstärkt worden. Von 1960 bis 1980 ist der jährliche Stickstoff-Handelsdünger-Verbrauch pro Hektare Nutzfläche in der Schweiz von 14 kg auf 60 kg angestiegen! Nitrat (NO_3) ist eine chemische Verbindung des Stickstoffes (N), welcher seinerseits ein unentbehrlicher Baustein der Körpersubstanz von Pflanze, Tier und Mensch ist. Doch weil auch hier gilt: «allzuviel ist ungesund», wirkt sich die mengenmässige Überschreitung des natürlichen Stickstoffkreislaufes trotz Produktionssteigerung letzten Endes schädlich aus.

Nicht nur aus der Landwirtschaft, auch aus anderen Quellen gelangt das sehr gut lösliche Nitrat ins Grundwasser, nämlich: aus der Infiltration von Oberflächengewässern, aus der Mineralisierung des organischen Stickstoffvorrates im Boden, aus der Versickerung von Abwässern und aus Niederschlägen (kondensierte Abgase). Die Versickerungsvorgänge im Zusammenhang mit der Landwirtschaft sind sehr vielfältig, örtlich und zeitlich schwankend und abhängig u. a. von folgenden Faktoren: den Sickerwassermengen (diese sind besonders gross im Winter), der Art des Bewuchses (je dauerhafter und dichter, desto weniger wird ausgewaschen), der Art des Bodens (Einfluss der

Tiefgründigkeit und des Rückhaltevermögens und des aktuellen Stickstoffangebotes (organisch, mineralisch, zeitbedingt). Zur Minimierung der Nitratauswaschung muss bewusst pflanzenbedarfs- und bodengerecht gedüngt werden. Dazu gehören: Brache vermeiden (bzw. durch Anbau von Gründüngungspflanzen kurz halten), keine Düngung während der vegetationslosen Zeit im Winter, Stickstoffdünger gezielt und in Teilgaben einsetzen (Düngebedarf dem Bedarf der Kulturen und deren Entwicklungsstand anpassen).

Angaben zur Grundwasserkarte der Region Brugg, 1 : 50 000

Unsere Karte zeigt den Stand der Kenntnisse von 1991, soweit diese im gewählten Massstab erfasst werden können. Die *blauen* Flächen entsprechen den *nutzbaren Grundwasservorkommen* in den Schotter-Grundwasserleitern. Die mittlere Höhe des Grundwasserspiegels kann aus den blauen «Grundwasserisohypsen» herausgelesen werden, blaue Pfeile deuten die Richtung des Spiegelgefälles und damit auch die generelle Strömungsrichtung des Grundwassers an.

Die *okergelb* kolorierten «Randgebiete» sind ebenfalls grundwasserführend, doch findet man dort meist nur eine dünne Wasserschicht an der Basis des kiesigen Grundwasserleiters; die Grenzlinien sind wegen der jährlich bis zu mehreren Metern betragenden Schwankungen des Grundwasserspiegels ohnehin fließend.

Die grossen Grundwasserströme im Bereich der Talsohlen sind heute recht gut bekannt und werden ausgiebig genutzt, wie an den zahlreichen roten Marken (Grundwasserfassungen) zu erkennen ist.

Erst teilweise geklärt sind dagegen die Grundwasserverhältnisse im Gebiet zwischen *Habsburg und Hausen*. Man hat hier ein früheres Flusstal vor sich, das aufgeschottert und teilweise moränenbedeckt ist. Mit geophysikalischen Methoden ist die alte Talsohle erkundet worden, doch bleibt unbekannt, in welchem Ausmass die Talfüllung von undurchlässiger Moräne oder von grundwasserführendem Schotter gebildet wird. Der Grundwasserabfluss nordwärts (zur Südbahnquelle) steht fest, derjenige in südlicher Richtung ist (noch) nicht erfassbar, wahrscheinlich sickert er unterirdisch in die dort vorhandene karstwasserführende Felsunterlage hinab. Die mit blauen Fragezeichen versehene Darstellung entspricht unserer bestmöglichen Vermutung. Im

Gegensatz zur bisherigen Darstellung in der offiziellen Grundwasserkarte 1 : 25 000 wurde dieses Gebiet nicht mehr mit violetter, sondern neu mit *blauer* Tönung versehen, da es ja das hydrogeologische Gegenstück des stets blau gehaltenen Grundwassergebietes bei Riniken darstellt und sich wie dieses eher in einem Tal als in Terrassenlage befindet.

Im *südlichen Birrfeld* existiert ein bedeutendes, tieferes Grundwasserstockwerk. Es ist durch mächtige Lehmschichten vom oberflächennahen (in der Karte blau kolorierten) Grundwasser getrennt und erscheint in der Karte nur mit einer Randsignatur; seine genaue Begrenzung ist unbekannt.

Die mit *stark violetter* Farbe angegebenen isolierten Vorkommen, sogenannte «Deckenschotter», sind ebenfalls Grundwasserleiter. Je nach Durchlässigkeit der örtlichen Felsunterlage sickert das Wasser entweder in die Tiefe oder aber es wird an der Schotterbasis gestaut und tritt in einem Kranz von Quellen an die Oberfläche, besonders eindrücklich am Bruggerberg. Hier sind es Mergel der Oberen Süsswassermolasse, welche als Wasserstauer wirken.

Die *hellviolett* getönten Gebiete liegen gemäss der Kartenlegende in Hanglage ausserhalb der Talsohlen. Von Bedeutung ist innerhalb der kartierten Fläche einzig das Ruckfeld nördlich Würenlingen, in dessen nördlichem Teil nachgewiesenermassen ein Grundwasservorkommen besteht.

Die *nicht* kolorierten («weissen») Bereiche der Karte besitzen keine Schotter-Grundwasserleiter. Sie bestehen zur Hauptsache aus Felsanhöhen des Jura, die eine eigene in unserer Karte nicht dargestellte Karstwasserzirkulation aufweisen. Eingezeichnet sind lediglich einige grössere *Quellen*: Diejenige am Geissberg bei Villigen (Tafeljura) sowie im Faltenjura die Warmbachquelle bei Schinznach Dorf und eine weitere Quelle bei Wildegg.

Auch die *Thermalquelle* von Schinznach Bad entstammt dem Faltenjura, jedoch an einer Stelle, wo dieser vom Aaretal durchbrochen worden ist. Die rote Marke in unserer Karte gibt die neuere, künstlich erbohrte Fassungsstelle an; der frühere Austritt lag ca. 80 m weiter nördlich.

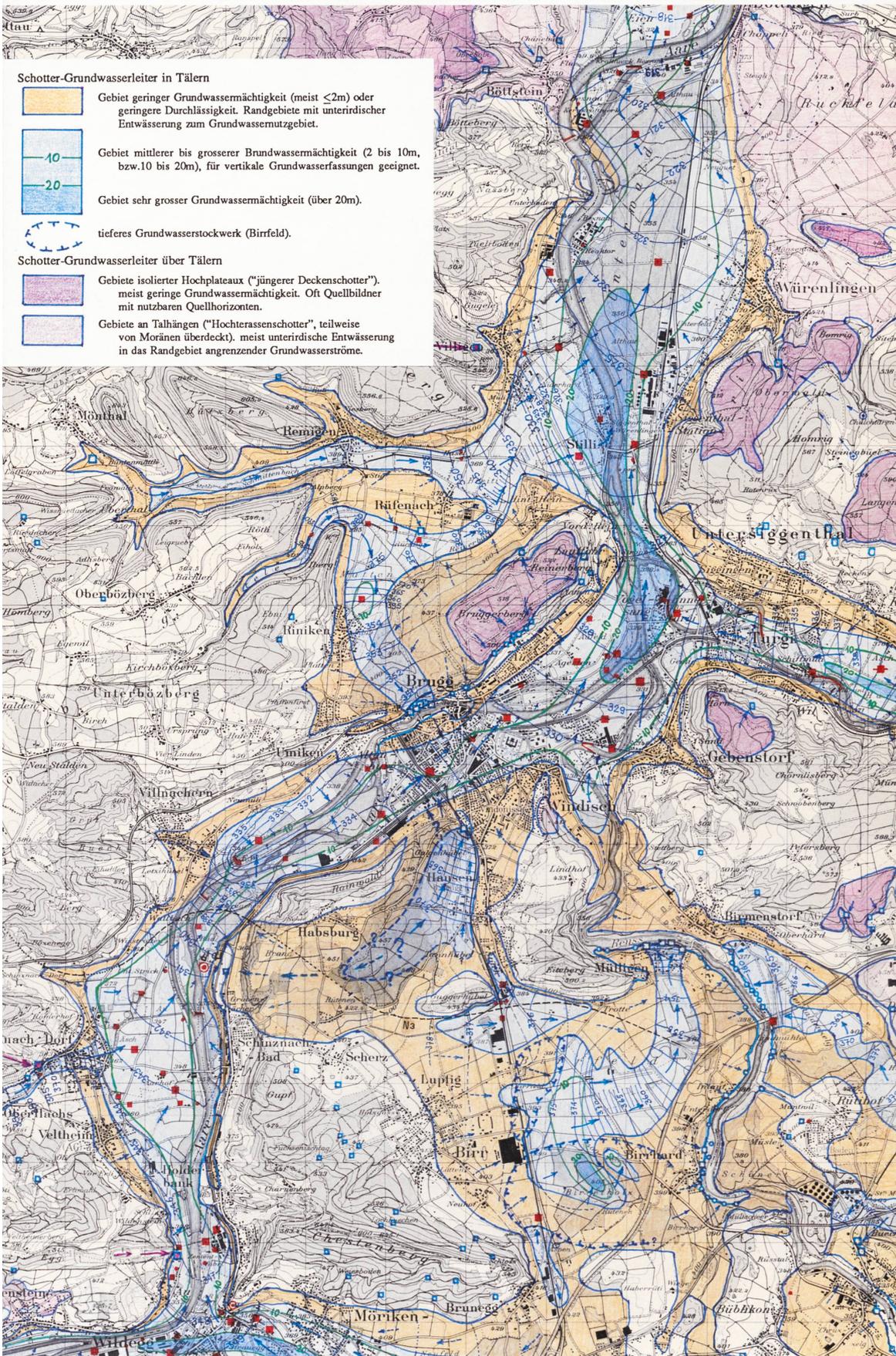
Östlich des Birrfeldes hat sich die Reuss in glazialen Seebodenlehm eingeschnitten, auch dieser erscheint in der Karte «weiss» als «Nicht-Schotter». Dort bewirkt beidseits der Reuss die Lehmobergrenze einen markanten Quellhorizont an der Kontaktfläche zum darüberliegenden grundwasserführenden Schotter.

Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

-  Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist $\leq 2\text{m}$) oder geringere Durchlässigkeit. Randgebiete mit unterirdischer Entwasserung zum Grundwassernutzgebiet.
-  Gebiet mittlerer bis grosserer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10m, bzw. 10 bis 20m), für vertikale Grundwasserfassungen geeignet.
-  Gebiet sehr grosser Grundwassermächtigkeit (über 20m).
-  tieferes Grundwasserstockwerk (Birrfeld).

Schotter-Grundwasserleiter über Tälern

-  Gebiete isolierter Hochplateaux ("jüngerer Deckenschotter"), meist geringe Grundwassermächtigkeit. Oft Quellbildner mit nutzbaren Quellhorizonten.
-  Gebiete an Talhängen ("Hochterassenschotter", teilweise von Moränen überdeckt), meist unterirdische Entwasserung in das Randgebiet angrenzender Grundwasserströme.



Signaturen, Hydrologische Angaben

-  ausgeprägter Quellhorizont an der Basis eines angeschnittenen Grundwasserleiters
-  Isohypsen des Grundwasserspiegels bei Mittelwasserstand, m ü.M.
-  Fliessrichtung des Grundwassers, nachgewiesen / vermutet
-  Linien gleicher Grundwassermächtigkeit (in m)
-  Oberflächengewässer wirkt als Vorfluter / Infiltrant für Grundwasser
-  Stauwehr im Oberflächengewässer
-  Grundwasseraustritt bzw. Quelle, gefasst / ungenutzt
-  Karstwasserquelle / erbohrte Thermalquelle (Theme Schinznachbad, Jodquelle Möriken)
-  Grundwasserfassung. Grösse gemäss konzessionierter Entnahmemenge in l/min.: ≥ 1000 / $1000 - 100$ / ≤ 100 mit nutz- und temporären Sanierungsbrunnen b.Lupfig

BRUGGER NEUJAHRBLÄTTER 1992

Grundwasserkarte der Region Brugg, 1 : 50'000

Vereinfachte Darstellung unter Benützung der detaillierteren "Grundwasserkarte des Kantons Aargau" 1:25'000(1981/82), teilweise modifiziert und ergänzt von Lorenz Wyssling (1991).

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie von 27.8.1991

Eiszeitliche Aareläufe als Grundwasserleiter

Die vergangenen Eiszeiten haben uns auf verschiedenen Niveaus Fluss-Schotter hinterlassen, die heute als Grundwasserleiter wirken. Die für unser Gebiet wesentlichen veranschaulicht Abbildung 1. Von der ältesten zur jüngsten Bildung fortschreitend sind es die folgenden:

Deckenschotter, D1 und D2

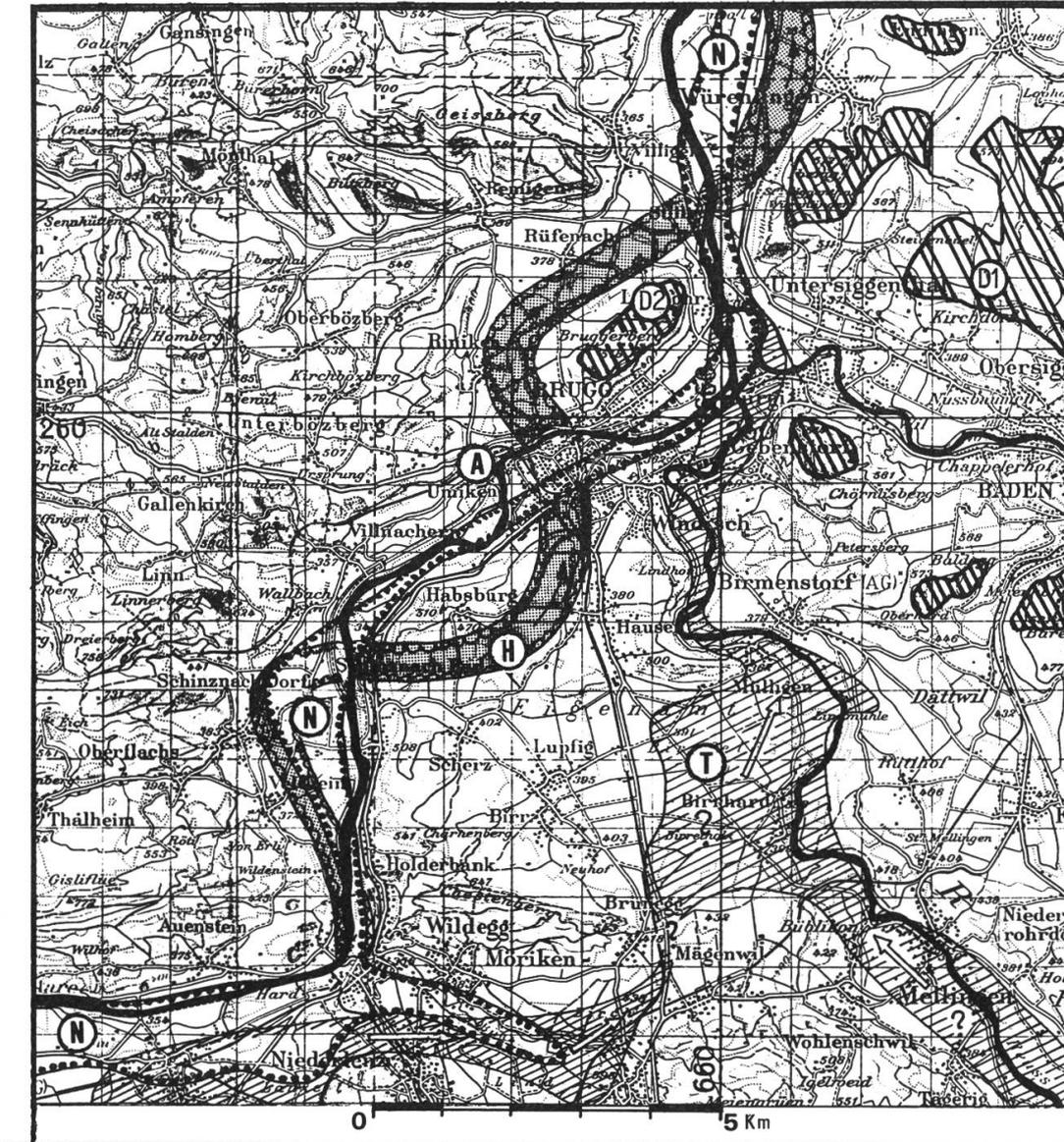
Üblicherweise wird D1 der Günz-, D2 der Mindeleiszeit zugeordnet. Höhenlage der Schotter-Sohle ca. 220 m (D1 bei Gländ), resp. 110 m (D2 am Bruggerberg) über dem Niveau der Aare bei Brugg. Ein Flussverlauf kann aus diesen einzelnen Relikten nicht ermittelt werden. Hydrologisch handelt es sich um quellbildende Schotter, teilweise moränenbedeckt.

Tiefste nachgewiesene Felsrinne, T

Die Angaben im Plan entsprechen der Darstellung von W. Wildi (1984). Die schraffierten Flächen sind Gebiete wo die Sohle der Erosionsrinnen tiefer liegt als 300 m ü.M. Bei Gebenstorf erreichte eine Bohrung bei Kote 225 m ü. M. den Felsuntergrund noch nicht! Die alte Talsohle liegt dort also mehr als 100 m unter der heutigen Aare. Eine tiefe «Aarerinne» läuft von Rapperswil über Niederlenz südlich des Chestenberges bis Brunegg. Im Birrfeld vereint sie sich vermutlich mit einer ebenso tiefen Reussrinne und setzt sich dann nordwärts fort im Untergrund des heutigen Aaretales. Die tiefe Rinne ist fast vollständig mit eiszeitlichen Seebodenlehmen erfüllt; nur vereinzelt enthält sie Kieslagen, die sauerstoffarmes Grundwasser führen.

Hochterrassenschotter, H

Während der Risseiszeit scheint die Aare die Kette Gisliflue–Chestenberg bei Wildegg durchbrochen zu haben, floss dann weiter via Habsburg–Riniken–Stilli. Die Erosionssohle lag bei Brugg ca. 30 m über der heutigen Aare. Ein entsprechender Reusslauf folgte wahrscheinlich ungefähr der heutigen Reuss. In den später abgetrennten Abschnitten Habsburg und Riniken beherbergen die damaligen Aareschotter heute noch nutzbare Grundwasservorkommen.



Symbol	geologische Bezeichnung	zugeordnete Eiszeit
D1 D2	älterer } Deckenschotter (Relikte alter Schotter-Hochflächen) jüngerer }	Günz (?) Mindel (?)
T	tiefste nachgewiesene Felsrinne	prä-Riss (?)
H	Aarelauf im Hochterrassenschotter	Riss
N	Aarelauf im Niederterrassenschotter	Würm
A	aktueller Aarelauf	rezente Nacheiszeit

Abb. 1 Eiszeitliche Verlagerungen des Aarelaufes in der Region Brugg.

Niederterrassenschotter, N

In der Würmeiszeit schaffte die Aare einen weiteren Durchbruch, diesmal bei Schinznach Bad durch die Kette Linnerberg–Habsburg. Bei Brugg durchschneidet sie den früheren Tallauf (H) auf einem etwa 40 m tiefer liegenden Erosionsniveau (10 m unter der heutigen Aare). Spätere Aufschotterung bis zum Niveau der «Mittelterrasse» und «Niederterrasse» ergab den Boden, auf welchem das moderne Brugg steht. Dieselben Schotter wirken noch heute auf der ganzen Länge der kartierten Region als Grundwasserleiter des Aaretales. Die dargestellte Fläche (N) ist identisch mit dem ergiebigsten Strombereich mit mehr als 10 m Grundwassermächtigkeit.

Aktueller Aarelauf, A

Die heutige Aare verläuft im Schotter der breiten würmeiszeitlichen Talebene, ausser bei Brugg, wo sich der Fluss auf 1,2 Kilometer Länge in die Felsunterlage der linken Talflanke eingeschnitten hat. Nur hier steht an beiden Ufern der feste Fels an, und hier konnte schon früh eine sichere Brücke geschlagen werden, die dem Ort seinen Namen gab. Hydrologisch steht die Aare auf der ganzen Schotterstrecke in engem Kontakt mit dem Grundwasser. Teils bildet sie dessen Vorflut (in Unterwasserkanälen), teils infiltriert Flusswasser ins Grundwasser, ein Umstand, der für dessen Nitratgehalt von Bedeutung ist.

Zur Nitratproblematik einzelner ausgewählter Trinkwasserfassungen der Region Brugg

a) Auswahl der behandelten Trinkwasserfassungen

Bei der Auswahl der hier näher behandelten Trinkwasserfassungen wurde sowohl eine hydrologische Vielfalt von Einzugsgebieten wie auch ein Zusammenhang mit der öffentlichen Trinkwasserversorgung angestrebt. Alle in der Region bestehenden Fassungen zu berücksichtigen, hätte zu weit geführt. Die ausgewählten Beispiele sollen jedoch genügen, um einen zuverlässigen Zusammenhang zwischen dem Nitratgehalt des Trinkwassers und der Beschaffenheit und der heutigen Bewirtschaftung des zugehörigen Einzugsgebietes aufzuzeigen. Ein Zusammenhang, der grundsätzlich auch auf andere Fassungen dieser Region zutreffen dürfte.

b) Angaben zur *Karte der Einzugsgebiete, 1 : 50 000*

Die beigegefügte Karte zeigt 14 verschiedene Fassungsstellen mit grün kolorierten zugehörigen Einzugsgebieten. Es sind 9 Grundwasserpumpwerke (GPW) und 5 Quellfassungen. Bei *Quellen* umfasst das Einzugsgebiet eine naturgemäss gegebene Fläche, deren Begrenzung durch die hydrogeologischen Verhältnisse bestimmt wird. Bei *Grundwasserfassungen* hingegen ist die Grösse des Einzugsgebietes abhängig von der effektiv gefahrenen Pumpenleistung der Fassungsanlage. Je grösser die Entnahmemenge, desto breiter der Entnahmebereich im Grundwasserstrom und desto grösser das Einzugsgebiet auch ausserhalb desselben. In den vorliegenden Fällen wurden die Entnahmebreiten bewusst eher reichlich bemessen, damit keine allenfalls wichtigen Abschnitte der potentiellen Einzugsgebiete unberücksichtigt bleiben. Für eine detaillierte «Nitratuntersuchung» einer einzelnen Trinkwasserfassung wäre eine derart summarische Bemessung ungenügend, genauere Abklärungen wären notwendig. Für unsere generellen Untersuchungen genügt das gewählte Vorgehen.

Die *stromaufwärtige Begrenzung* eines Einzugsgebietes ist fast nur bei kleineren Gebieten klar festlegbar. Sie muss (besonders im Jura) durchaus nicht mit dem orographischen Einzugsgebiet zusammenfallen, weil unterirdische Sickerwege die oberirdischen Wasserscheiden oft «missachten». Zudem gibt es innerhalb grösserer Einzugsgebiete nicht selten Quellen und Drainagen, durch welche Sickerwasser zu Oberflächenwasser gemacht wird, das nicht mehr oder nur beschränkt zur Speisung der betrachteten Trinkwasserfassung beiträgt.

Wo massive Flussinfiltration ins Grundwasser vorliegt, ist eine Obergrenze des Einzugsgebietes ohnehin illusorisch. In der vorliegenden Arbeit wurden diese – übrigens nicht stark ins Gewicht fallenden – «Grenzfragen» nicht näher verfolgt, indem entferntere Bereiche grösserer Einzugsgebiete nur generell berücksichtigt wurden. Für Detailuntersuchungen wäre dies nicht zulässig.

c) Nitratgehalt des gefassten Grundwassers und Aufgliederung des zugehörigen Einzugsgebietes nach Art der Bewirtschaftung

In der nachfolgenden «Tabelle der ausgewählten Trinkwasserfassungen» (Tabelle 1) findet der Leser eine Zusammenstellung der besprochenen Fassungen und ihrer Einzugsgebiete. Die darin benützten Laufnummern entsprechen der Numerierung in der Karte der Einzugsgebiete. In der Kolonne «Nitratgehalt» ist jeweils ein Analysenresultat jüngeren Datums in Milligramm pro Liter (mg/l) eingetragen. Die einzelnen Messwerte weisen jahreszeitliche Schwankungen oft von meist 5–10 mg/l auf; diese sind bedingt in ihrer Entstehung durch Bewirtschaftungsphasen und Niederschlagsverhältnisse, und sie sind verzögert durch die Strömungsverhältnisse des Grundwassers. Die Tabelle enthält ferner eine Aufgliederung der Einzugsgebiete nach prozentualem Flächenanteil (nicht absolute Grösse) in die drei Typen «Landwirtschaft», «überbaut» (Wohngebiete und Industrie) und «Wald». Die Einteilung wurde anhand des Kartenbildes vorgenommen, wobei die entfernteren Gebiete wegen ihrer geringeren Bedeutung eher schwächer gewichtet wurden als die der Fassung näher gelegenen.

Obwohl eine solche Beurteilung einen gewissen Ermessensspielraum beinhaltet und obwohl die Landwirtschaft pauschal erfasst wurde, d.h. ohne Unterteilung entsprechend der Bewirtschaftung (wie z .B. Gemüseanbau, Acker, Wiesland, Rebbau), zeigt die grafische Zusammenstellung der Befunde (Abb. 2) einen frappant deutlichen Zusammenhang zwischen Nitratgehalt des gefassten Wassers und prozentualem Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche des gesamten Einzugsgebietes. Der Einfluss überbauter Gebiete drückt sich im Nitratgehalt nicht nachweisbar negativ aus. Bezüglich der Landwirtschaft muss selbstverständlich betont werden, dass der negative Befund in *pauschalem* Sinne und im *heutigen* Zeitpunkt für die *Gesamtheit* der Betriebe gilt und nichts aussagt über die möglicherweise sehr unterschiedliche Grösse der «Nitratproduktion» jedes einzelnen Betriebes.

Das Fazit: Aus rein landwirtschaftlich genutzten Gebieten fällt im heutigen Zeitpunkt ein stark mit Nitrat belastetes Misch-Grundwasser an (vermutlich mit 50 und mehr mg/l); dieses wird umso mehr «verdünnt», je grösser die zusätzliche Beimischung von nitratärmerem Grundwasser aus bewaldeten und überbauten Gebieten anfällt. Bei

Flussinfiltration mit nitratarmem Wasser (ca. 3–6 mg/l) erfährt das Grundwasser ebenfalls eine Reduktion des Nitratgehaltes.

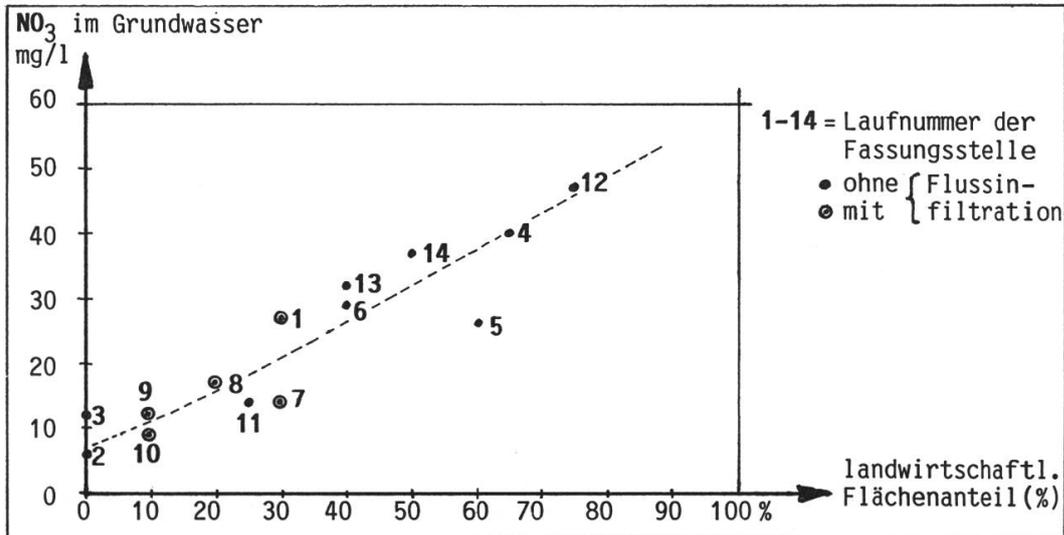


Abb. 2 Beziehung zwischen dem Nitratgehalt des Grundwassers und dem Anteil landwirtschaftlicher Fläche im zugehörigen Einzugsgebiet.

d) Bemerkungen zu einzelnen Einzugsgebieten

(Numerierung entsprechend der Karte Einzugsgebiete und Tabelle 1)

① GPW Hängelweg, Würenlingen

Diese Fassung hat einen schutzmässig idealen Standort im Würenlinger Unterwald. Trotz Wald und trotz Flussinfiltration weist sie einen beträchtlichen Nitratgehalt auf (27 mg/l). Die Ursache liegt im starken Zufluss von belastetem Grundwasser aus dem Villigerfeld, das nachgewiesenermassen unter der Aare hindurch in den Unterwald strömt. Die Flussinfiltration betrifft bloss die oberste Schicht des dort rund 20 m mächtigen Grundwasserstromes. Nur allmählich kommt es stromabwärts zu einer Vermischung des stärker belasteten tieferen Wassers mit dem wenig belasteten oberflächennahen Wasser aus Flussinfiltrat und aus dem im Waldgebiet durch Niederschlagsversickerung neugebildeten Grundwasser.

Tabelle 1: Nitratgehalte im Trinkwasser ausgewählter Fassungen der Region Brugg

Lauf-Nr. der Karte der Einzugs- gebiete	Trinkwasserfassung Bezeichnung amtliche Nr. Standortgemeinde	Konzession bzw. mittlerer Erguss l/min.	Nitratgehalt (Kant. Labor, Aarau) NO ₃ mg/l	Einzugsgebiet. Approx. Flächenanteile, in %			Zusätzlich infiltrierender Fluss
				Landwirt- schaft	Über- baut	Wald	
①	GPW Hängelweg 2.37 Würenlingen	5 000	27 (Mittel 1990)	30	30	40	Aare
②	Quelle ob Chile Villigen	ca. 500	6 (11. 4. 1989)	0	0	100	–
③	Quellen Bruggerberg Brugg	ca. 420	12 (16. 2. 1989)	0	0	100	–
④	GPW Vorhard 4.27 Villigen	2 900	40 (16. 2. 1989)	65	15	20	–
⑤	GPW Büren 4.25 Riniken	1 000	26 (15. 8. 1991)	60	5	35	–
⑥	Quellen Brunnenmühle Brugg	ca. 1 800	29 (16. 2. 1989)	40	10	50	–
⑦	GPW Unterau 2.38 Untersiggenthal	4 000	14 (4. 4. 1991)	30	60	10	Limmat
⑧	GPW Schachen 4.29 Windisch 4.30 (Gebenstorf)	I 7 400 II 3 700	17 (31. 10. 1990)	20	60	20	Reuss (Aare z. T)
⑨	GPW Ägerten 4.7 Brugg	1 200	12 (11. 5. 1990 PV)	10	80	10	Aare
⑩	GPW Bilander 4.26 Brugg	2 400	9 (6. 12. 1989)	10	50	40	Aare
⑪	Quellen Südbahn Windisch	ca. 1 000	14 (IBB, 1990)	25	5	70	–
⑫	Quellen Windisch u. Mülligen Mülligen	ca. 3 500	47 (Mittel 1990)	75	15	10	–
⑬	GPW Voremhag ABB 4.5 Birr	4 500	32 (Mittel 1990)	40	30	30	–
⑭	GPW Äsch (REWA) 4.35 Schinznach-Dorf	1 800	37 (Mittel 88/89)	50	25	25	–

② Quelle ob Chile, Villigen

Diese Quelle dient als Beispiel für ein vollständig bewaldetes Einzugsgebiet mit entsprechend geringem Nitratgehalt. Es handelt sich um eine typische Karstquelle, die den klüftigen Malmkalken entspringt, welche das geneigte Plateau des Geissberges aufbauen. Sie weist sehr grosse wetterbedingte Ergusschwankungen auf, von ca. 40 l/min. im Minimum bis ca. 1800 l/min. im Maximum. Mittelwert ca. 500 l/min.

③ Quellen Bruggerberg (Bruederhus und Mühleweiher), Brugg

Diese Quellgruppe bietet ein zweites Beispiel für ein durchwegs bewaldetes Einzugsgebiet, jedoch mit einem Schotter-Grundwasserleiter und entsprechend ausgeglichenerem Erguss. (Bruederhus: ca. 60–160 l/min., Mittel: ca. 120 l/min.; Mühleweiher: Mittel um 300 l/min.) Es sind insgesamt sieben beprobte Quellen mit einem mittleren Nitratgehalt um 12 mg/l, der aber noch einige Fragen aufwirft, weil er von Quelle zu Quelle auffallend variiert, mit Werten zwischen 9 und 24 mg/l (Proben vom 4. 6. 1991).

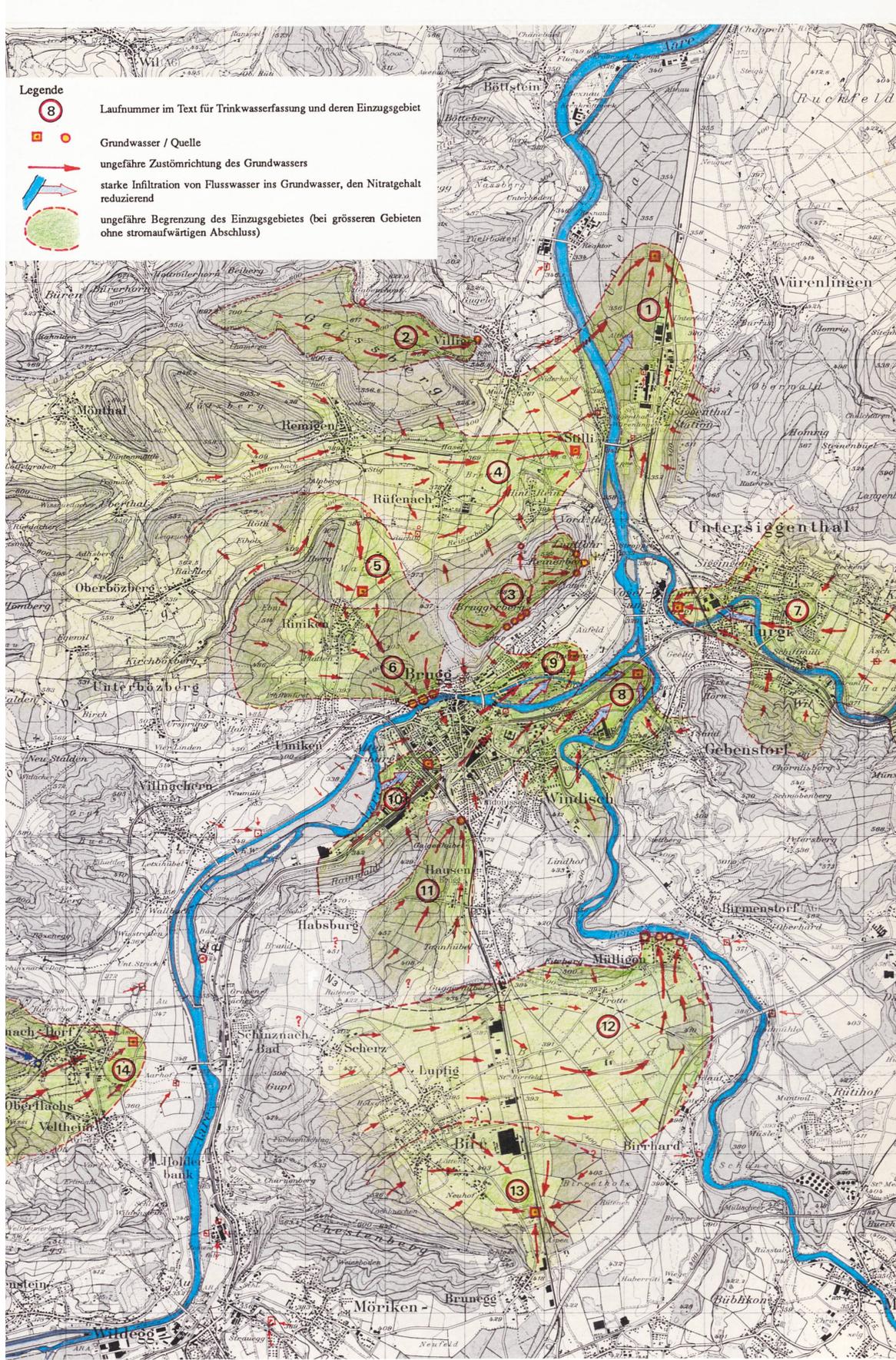
④ GPW Vorhard, Villigen

Hier haben wir eine leistungsfähige Grundwasserfassung vor uns, deren Einzugsgebiet bedeutende Landwirtschaftsflächen einschliesslich Gemüsekulturen und Rebbau aufweist und deren Nitratgehalt sich im Bereich der Toleranzgrenze vom 40 mg/l bewegt.

Entwicklung des Nitratgehaltes, mg/l

Jahre	1980/83	1984/85	1986/87	1988	1989	1990	1991
Mittel (Spitze)	34 (36)	31	40 (48)	45 (55)	39 (46)	37 (40)	36 (37)

Im Auftrag der «Nitratkommission Villigerfeld/Rinikerfeld», in welcher die Gemeinden Brugg, Mönthal, Oberbözberg, Remigen, Riniken, Rüfenach, Stilli, Unterbözberg und Villigen vertreten sind, läuft zur



BRUGGER NEUJAHRBLÄTTER 1992
**Karte der Einzugsgebiete ausgewählter
 Trinkwasserfassungen, 1 : 50'000**

Konstruiert mit Benützung der Grundwasserkarte 1:50'000, unter Beachtung neuerer hydrologischer Befunde, Betriebserfahrungen an den Fassungsstellen und Resultaten von Markierversuchen, von Lorenz Wyssling (1991).

Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopographie von 27.8.1991

Zeit eine *Untersuchungskampagne* mit dem Ziel, die Grund- und Quellwasservorkommen dieses Gebietes, zu dem auch das GPW Vorhard gehört, von übermässiger Nitratbelastung zu befreien. In diesem Zusammenhang werden periodisch zahlreiche Proben von Grundwasser, Quellwasser, Drainagen und Bachläufen auf ihren Nitratgehalt analysiert; es wird die landwirtschaftliche Bewirtschaftung detailliert festgehalten und die örtliche Beschaffenheit des Bodens bezüglich Durchlässigkeit und Rückhaltevermögen untersucht und kartiert (Karte der «*Bodenbelastbarkeit*») und schliesslich wird die Gesamtheit der Befunde mit den hydrogeologisch ermittelten Strömungsrichtungen und -geschwindigkeiten des Grundwassers in Bezug gebracht, so dass ein zusammenhängendes Bild über Ursachen, Ausmass und Sickerwege der Nitratlösungen gewonnen wird. Aufgrund dieser Resultate und Erfahrungen kann dann eine «*Nitratzonenkarte*» des ganzen Einzugsgebietes ausgearbeitet werden. In dieser sind die Landwirtschaftsflächen in mehrere Zonen aufgegliedert, denen bestimmte in einem *Reglement* festgehaltene Bewirtschaftungs- und Düngevorschriften zugeordnet werden.

Bisherige Erfahrungen lassen erwarten, dass bei konsequenter Durchführung solcher Massnahmen die Nitratbelastung des Grundwassers im Verlauf mehrerer Jahre auf das erwünschte Niveau im Bereich des «Qualitätsziels» (25 mg/l) absinken wird.

⑤ **GPW Büren, Riniken**

Verglichen mit anderen Fassungen weist dieses Pumpwerk trotz hohem Landwirtschaftsanteil eine weniger hohe Nitratkonzentration auf. Der Grund könnte darin liegen, dass im Gebiet «Matten» besondere hydrologische Verhältnisse vorliegen: das Grundwasser strömt südwärts zur Fassung, während das dortige Drainagesystem dem Gelände folgend nach Nordosten zum Reinerbach gerichtet ist. Dadurch wird dort vermutlich die oberflächennahe Nitratbelastung aus dem Einzugsgebiet hinausgeführt, das tiefere Grundwasser wird geschont.

⑥ **Brunnenmühlequellen, Brugg**

Zum Einzugsgebiet dieser Quellen muss auch das Gebiet «Matten» bei Riniken gerechnet werden, weil das Pumpwerk Riniken beim üblichen intermittierenden Betrieb dieses Gebiet nicht voll ausschöpft. Als Grundwasserleiter wirkt der Hochterrassenschotter des risszeitlichen Aarelaufes, in welchem das Grundwasser von der später entstandenen Grundwasserscheide zwischen Riniken und Rüfenach «rückwärts» fliesst zu den Brunnenmühlequellen.

⑦ **GPW Unterau, Untersiggenthal**

Dieses Pumpwerk schöpft aus dem Grundwasserstrom des Limmatales. Der niedrige Nitratgehalt entspricht dem Zustrom von Flussinfiltrat bei relativ kleiner Landwirtschaftsfläche.

⑧ **GPW Schachen, Windisch**

Das Pumpwerk im Schachen ist sehr ergiebig. Bei einem seinerzeitigen Leistungspumpversuch mit gut 10 000 l/min. Entnahmemenge konnte festgestellt werden, dass sowohl von der Reusseseite wie von der Aareseite her sich Flusswasserinfiltration einstellte. Bei kleinerer Entnahme fällt der Aareanteil wahrscheinlich aus. Im Filterbrunnen sind zwei Pumpen eingebaut, eine für Windisch, die andere für Gebenstorf. Der geringe Nitratgehalt entspricht den beschriebenen Verhältnissen.

⑨ **GPW Ägerten, Brugg**

Dieses Pumpwerk zeichnet sich durch einen hohen Überbauungsanteil des Einzugsgebietes aus, der aber bezüglich des Nitratgehaltes keinen allfälligen negativen Einfluss erkennen lässt. Im Gegenteil, der Gehalt ist mit 12 mg/l recht niedrig, wozu sicher auch die nachgewiesene Aareinfiltration wesentlich beiträgt.

⑩ **GPW Bilander, Brugg**

Auch hier ist die Auswirkung der Infiltration von Aarewasser zu erkennen. Dazu kommt ein weiterer, noch nicht sicher erfassbarer Faktor: die Sauerstoffsättigung des gepumpten Grundwassers ist mit ca. 35% relativ tief, tiefer als andernorts, wo dieselbe Aare infiltriert. Möglicherweise beeinflussen alte, im Infiltrationsbereich am Aareufer lagernde Kehrichtdeponien (sogenannte «Altlasten») die Qualität des Grundwassers und tragen damit u. a. bei zum besonders niedrigen Nitratgehalt von nur 9 mg/l.

⑪ **Südbahnquellen, Windisch**

Das Wasser dieser Quellen entstammt zur Hauptsache dem stark bewaldeten Hochterrassenschotter des risseiszeitlichen Aarelaufes bei Habsburg. Der niedrige Nitratgehalt steht damit im Einklang. Die Anlage besteht aus zwei Fassungen: aus dem qualitativ unbefriedigenden «Südar» im Bereich des Bahntrasses und aus dem einwandfreien «Westarm» westlich der Bahnlinie. Der Gesamtguss beträgt 800–1600 l/min. Der grössere Teil wird als Kühlwasser verwendet oder abgeleitet, nur etwa 220 l/min. des Westarmes werden in Brugg für die Speisung von Laufbrunnen verwendet.

⑫ **Quellengruppe Mülligen, Birrfeld**

Diese den Wasserversorgungen Mülligen und Windisch gehörenden Quellen umfassen praktisch den ganzen Abfluss des im Birrfeld einsickernden Niederschlagswassers. Ein infiltrierender Fluss fehlt. Das Einzugsgebiet dieser Quellen hat von allen hier besprochenen Gebieten den grössten Anteil an Landwirtschaftsfläche und ebenso den höchsten Nitratgehalt des Grundwassers (47 mg/l).

Dieser alarmierende Umstand hat schon in den 80er Jahren die Verantwortlichen der REWA Birrfeld veranlasst, eine «Nitratuntersuchung» in Auftrag zu geben. Sie ist seither durchgeführt worden in der oben unter ④ beschriebenen Weise. Nitratzonenplan und Reglement liegen seit 1990 vor, unterzeichnet vom Aarg. Baudepartement, Abt.

Umweltschutz, und den beteiligten Gemeinden Scherz, Habsburg, Hausen, Lupfig, Birr, Brunegg, Birrhard, Mülligen und Windisch.

Man steht nun vor der mühevollen, aber auch erfolgversprechenden Aufgabe der tatsächlichen Verwirklichung der im Reglement festgelegten Bewirtschaftungsvorschriften.

⑬ **GPW Voremhag ABB, Birr**

Das Kartenbild täuscht einen unmittelbaren Zusammenhang dieser Grundwasserfassung mit dem übrigen Birrfeld vor. Dieser ist nicht derart vorhanden; denn das Pumpwerk Birr schöpft aus einem komplex gestalteten tieferen Grundwasserstockwerk, dessen Begrenzung nicht klar erfasst werden kann. Ein indirekter Zusammenhang auf «Umwegen» muss aber doch irgendwie vorhanden sein, und das Einzugsgebiet muss am ehesten etwa im angegebenen Bereich gesucht werden. Der Landwirtschaftsanteil ist relativ hoch, ebenso der Nitratgehalt.

⑭ **GPW Äsch, Schinznach Dorf**

Obwohl im Aaretal gelegen, erhält diese Fassung ihr Wasser nur zum kleinsten Teil aus der umgebenden Talsohle; der grösste Teil entstammt dem seitlich zufließenden Grundwasserstrom des Schenkenbergertales. Auch hier ist die Landwirtschaft stark präsent, mit einem relativ hohen Anteil an Rebbau, der als besonders «nitratverdächtig» betrachtet wird. Mit 37 mg/l werden annähernd die Verhältnisse in der ähnlich gelagerten Grundwasserfassung Vorhard ④ erreicht.

Eine Besonderheit des Einzugsgebietes zeigt sich in der Existenz der Warmbachquelle. Diese wird von Karstwasser gespeist, das in einer steilgestellten Muschelkalkschicht aus einigen Kilometern Entfernung zufließt (durch Markierversuche nachgewiesen). Der als Geländerippe in Erscheinung tretende «Ausbiss» dieser Kalkschicht gehört zur Warmbachquelle und bildet eine Art Längsriegel innerhalb des beidseitig anschliessenden Einzugsgebietes zum GPW Äsch.

Ausblick

Wenn heute auch feststeht, dass die Hauptursache der zu hohen Nitratgehalte des Trinkwassers in der Landwirtschaft zu suchen ist, so dürfen doch weitere «Nitratfaktoren» nicht ausser acht gelassen werden, wie beispielsweise undichte Abwasserleitungen und Abfalldepotien oder die Luftverschmutzung, durch die der Niederschlag schon vor seiner Umwandlung zu Grundwasser belastet wird.

Beachtung verdient auch der Umstand, dass die Grundwasserqualität durchaus nicht nur im Nitratgehalt begründet liegt. Im Gegenteil, es gibt zahlreiche andere Substanzen (und es kommen immer neue dazu), deren Anwesenheit im Wasser selbst in kleinsten Mengen den damit in Kontakt kommenden Lebewesen schadet, Krankheiten erregt, Missbildungen verursacht. Nur einige davon werden auch in der Landwirtschaft benützt (Vernichtungsmittel). Sehr viele dienen anderen Zwecken in Industrie, Gewerbe, Verkehr und Haushalt und geraten als «Ab-Stoffe» in Ab-Wässer, in Ab-Gase und in feste, aber nicht unlösliche Ab-Fälle.

Und es ist offenbar nicht zu verhindern, dass mindestens ein Teil davon auf direktem oder indirektem Weg den natürlichen Kreislauf der Stoffe erreicht und gefährlich belastet.

Demgegenüber besteht die eigentliche Aufgabe des Wassers als Lebensspender: zu beleben, zu lösen, zu erfrischen, gesunde Lebensprozesse zu ermöglichen und zu fördern! Wo wirklich frisches Wasser noch vorhanden ist, kann man auch heute solche positiven Auswirkungen persönlich bis ins Gemüt hinein erleben.

In der vorliegenden Arbeit wird am Beispiel der Region Brugg gezeigt, wie intensiv die Qualität unseres Trinkwassers mit den natürlichen Gegebenheiten und den menschlichen Tätigkeiten in unserem eigenen engeren Lebensraum verknüpft ist. Soll das Wasser gesunden, so müssen die notwendigen Umstellungen konsequent an die Hand genommen werden, und zwar sowohl in unserem eigenen Lebensraum wie auch darüber hinaus, damit auch das von weiter zuströmende Flusswasser und insbesondere die viel beweglichere und grössere Räume verbindende Luft in den Heilungsprozess einbezogen wird.

Quellennachweis:

- Bachmann, M.:* Die Felsoberfläche im Gebiet von Hausen-Habsburg aufgrund von oberflächen-geophysikalischen Messungen. ETHZ, Inst. für Geophysik. NEFF Projekt Nr. 165 (1983).
- Baumann, P.:* Erfolge mit der Düngerberatung und den Nitrat-Schutzzonen. Kantonales Amt für Umweltschutz Luzern. PRO AQUA-PRO VITA, 1989, Band 11 C, Fachtagung III (1989).
- Beusch, E., Frölich, S.:* Die Nationalstrasse N3 und ihre Tunnelbauten. Brugger Neujahrsblätter 101 (1991) 149-166.
- Bitterli, P. und Frank, E.:* Die geologische Entwicklung der Nordschweiz im jüngsten Abschnitt der Erdgeschichte: neuere Erkenntnisse aus unserer Region. Brugger Neujahrsblätter 99 (1989) 95-114.
- Griesser, J.-C.:* Geothermische Prospektion zwischen Baden und Schinznach. Diss. ETH Nr. 7845 (1985).
- Grundwasserkarte des Kantons Aargau 1 : 25 000 (1981, 1982). Blätter Zurzach, Frick, Baden, Aarau, Wohlen. Baudepartement des Kantons Aargau, Abt. Gewässerschutz.
- Hantke, R.:* Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. Vjschr. natf. Ges. Zürich 112/2 (1967).
- Industrielle Betriebe der Stadt Brugg. Jahresbericht 1990. Nebst diversen Akten betr. Wasserversorgung.
- Islar, A., Pasquier, F., Huber, M.:* Geologische Karte der zentralen Nordschweiz 1 : 100 000. Geol. Spezialkarte Nr. 121 (1984). Nagra und schweiz. Geol. Kommission.
- Joos, R.:* Kant. Laboratorium Aargau. Nitrat im Trinkwasser. 4. Bericht über Stand und Veränderungen der Nitratgehalte in den aargauischen Trinkwässern. Berichtperiode 1988/89. Ferner: mündl. Mitteilungen betr. Nitratgehalte (1991).
- Leu, D., Biedermann, R., Dettwiler, J., Hoigné, J., Stadelmann, F. X.:* Bericht über Nitrate im Trinkwasser. Standortbestimmung 1985. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 77 (1986) 227-315.
- Mühlberg, F.:* Geologische Karte des unteren Aare-, Reuss- und Limmat-Tales, schweiz. Geol. Kommission, Spezialkarte Nr. 31 (1904).
- Nitratkommission Villigerfeld/Rinikerfeld (1991). Einsicht in die laufenden Erfahrungen und Befunde. Bearbeiter: *P. Felber*, Geologisches Büro Dr. L. Wyssling, Pfaffhausen/ZH.
- REWA Birrfeld. Reglement für die Quell- und Grundwasserfassungen im Birrfeld zum Schutz vor übermässiger Nitratbelastung, mit Nitratzonenkarte 1 : 10 000 (1990). Bearbeitung und mündl. Mitteilungen: Geologisches Büro Dr. H. Jäckli, Zürich und Baden.
- Wildi, W.:* Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit kurzen Erläuterungen. Eclogae geol. Helv. Vol. 77/3 (1984).
- Wyssling, L.:* Vom Grundwasser und den Quellen bei Brugg. Brugger Neujahrsblätter 89 (1979) 71-83.
- Wyssling, L.:* Schutz des Grundwassers im Birrfeld. Baudepartement des Kantons Aargau. N3-Information Nr. 8 (1990).